Impacto de Variabilidad e Incertidumbre Climática en el manejo del riesgo de inundaciones en Colorado

Downtown, M. et al. National Center for Atmosferic Research , University of Colorado, Boulder Colorado. Adaptado por Laura Pruzzo para el curso regular de Análisis de Riesgo Ambiental

1. *Introducción*

Identificación del problema: los planos existentes se han desactualizado seriamente, en tanto que las comunidades han crecido y las condiciones de la planicie han cambiado.

La Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) reconoce que aproximadamente dos tercios de los mapas reflejan datos desactualizados de riesgos de inundación porque las cuencas y las planicies han cambiado muy rápido. Para mejorar y regular las planicies inundables se deben seguir métodos y modelos estrictamente especificados, diseñados para crear niveles de protección uniformes en todo el país.

Las evaluaciones de riesgo de inundación se basan en estimaciones de variables tales como descarga, velocidad, profundidad, etc; para una inundación simulada que se define como "inundación en 100 años", es decir con una probabilidad de ocurrencia del 1% o una chance anual de inundación de 1%. Este valor es la base para los análisis hidrológicos e hidráulicos que determinan elevación, límites, profundidad y velocidad de la inundación. Así las estimaciones de descarga como fuente de información para los modelos hidráulicos constituyen una fuente fundamental de incertidumbre en los mapas de planicies inundables resultantes y en las evaluaciones de vulnerabilidad.

Se recomienda el uso de mediciones históricas de cursos de agua. Para cursos no regulados ni evaluados, se recomienda utilizar ecuaciones de regresión para estimar descarga; sin embargo, el error estándar de los coeficientes, puede variar del 204% al 306%!!! (esto hace inadmisible la utilización de dichos coeficientes con fines predictivos), en parte debido a la insuficiente cantidad de datos.

Frecuentemente se utilizan modelos de precipitaciones para estimar picos de caudal debido a la elevada variabilidad temporo-espacial en las lluvias para la zona estudiada. Existe considerable evidencia que la meteorología de tormetas extremas en Colorado, no ha sido tomada en cuenta adecuadamente en los métodos y modelos estándar.

El informe se concentra en la incertidumbre de la información disponible para el manejo de las planicies inundables de Colorado, y las limitantes que inhiben el

uso de nuevos datos y/o metodologías. Se basa principalmente en entrevistas y discusión con expertos.

2. *Clima e inundaciones en la región de Colorado*

Gran parte de la población de Colorado se concentra en el “Front Range” (CFR), donde las estribaciones de las montañas Rocallosas se unen con las planicies. En los últimos treinta años, el área ha experimentado un rápido crecimiento de la población. El clima semiárido del CFR tiende a generar cierta despreocupación en la opinión pública con respecto al riesgo de inundación. Sin embargo, debido al terreno empinado, los arroyos reaccionan rápidamente a aquellas tormentas localmente intensas. La amenaza principal es una inundación repentina, caracterizada por un rápido aumento de la profundidad y velocidad del agua, con poca posibilidad de preaviso y con significativos riesgos para la vida y la propiedad. Una inundación que en 1976 provocó 140 muertos, fue la voz de alarma para los tomadores de decisión. Estas amenazas son comunes, desde mediados de Julio hasta Octubre, involucrando intensas precipitaciones de corta duración. Se estima entonces, la cantidad de precipitaciones caídas en un período de dos a tres horas. Sin embargo, las inundaciones más perjudiciales usualmente ocurren entre Mayo y Agosto, debidas principalmente a lluvias sostenidas durante un período de varios días.

McKee y Doesken (1997) desarrollaron una lista de las tormentas extremas ocurridas desde 1864 con el objetivo de capturar los casos más extremos observados en Colorado. Concluyeron que “ Pueden esperarse eventos de precipitaciones excepcionalmente fuertes, aproximadamente 1 en 10-20 años”. Además, “de lejos, la mayor propensión a tales eventos está a lo largo de la base este de las Rocallosas”.

3. Fuentes de Incertidumbre

La noción de “100 años” o “probabilidad del 1%” de inundación, genera considerable confusión. Desafortunadamente los expertos tienden a menospreciar esto, considerándolo como un desconocimiento de la teoría de probabilidades por parte del común de la gente.

Una causa posible de la errónea representación del riesgo de inundación, es que las estimaciones de probabilidad en un sitio particular se utilizan con el supuesto de que representarían solamente la variabilidad natural en el caudal, pero a menudo contienen adicionalmente, una sustancial incertidumbre.

La literatura de evaluaciones de riesgo establece una clara distinción entre los conceptos de variabilidad e incertidumbre (Morgan y Henrion, 1990). La variabilidad es inherente a los sistemas naturales; puede medirse y describirse, pero generalmente no puede reducirse. Por el contrario, la incertidumbre resulta de la falta de información. Su magnitud es difícil de cuantificar, pero puede reducirse a través de un mejor conocimiento del sistema y con mayor información.

En el caso particular de las inundaciones, se considera que la variabilidad es la resultante de los eventos climáticos. Las estimaciones de precipitación futura y de caudal, se basan en datos históricos bajo el supuesto de que el clima y la superficie terrestre son razonablemente estables. En cuanto a la incertidumbre, los datos de flujo están disponibles generalmente sólo para los cursos más grandes, y quizás la precipitación está disponible sólo para puntos alejados de la localidad de interés.

> *En conclusión, el alto grado de variabilidad espacial y temporal en las precipitaciones de verano en Colorado, conduce a un alto grado de incertidumbre en las estimaciones de riesgo de inundación basadas exclusivamente en sitios de monitoreo distantes o por períodos breves de recolección de datos; si se realizaran monitoreos más extensos, esta incertidumbre podría reducirse.*

Los cambios en la superficie terrestre producidos por la actividad humana, introducen incertidumbre adicional, que podría resolverse actualizando los análisis. Con horizontes de planificación de treinta años se enfrentarán incertidumbres adicionales, asociadas a los futuros cambios en el uso de la tierra y a los posibles cambios climáticos futuros.

4. Respuesta a la Incertidumbre

Para compensar la inadecuación de los mapas, los administradores del área adoptan estrategias que les proveen de una margen de seguridad extra. Al ser entrevistados, mencionan:

- ✓ Utilizar supuestos conservadores (por ejemplo, permeabilidad del suelo igual a cero)
- ✓ Adoptar requerimientos extra para sobreelevar construcciones
- ✓ Agregar áreas localmente definidas a los mapas
- ✓ Usar una probabilidad de 0,2% (es decir, 500 años en lugar de 100 años)

Así, cuando se detecta una elevada incertidumbre, las estrategias conservadoras tienden a producir regulaciones innecesariamente estrictas en algunos sitios, pero insuficiente protección en otros.
En el caso particular de la ciudad de Boulder se definieron zonas de “elevada peligrosidad” sobre la base de un modelo propuesto como el producto de la profundidad por la velocidad.

5. Un duro aprendizaje

En el mes de julio de 1997, la ciudad de Fort Collins sufrió las más fuertes lluvias jamás documentadas sobre un área urbanizada, excediendo en algunos

casos el rango de 500 años. La inundación resultante fue desastrosa, dejando un saldo de cinco muertos, cincuenta y cuatro heridos, doscientas casas destruidas y mil quinientas construcciones dañadas.

Esta dura lección intensificó los esfuerzos para lograr el manejo de planicies inundables. El diseño de cien años fue re-estimado, sugiriéndose que se debía incrementar el período; más aún, algunos expertos indicaron que “ las inundaciones en cien o en quinientos años son solamente, valores de referencia…eventos aún más extremos son posibles.

6. Dificultades para utilizar nueva información científica

Parece evidente que la posibilidad de disponer de mejor información mejoraría a su vez la exactitud de las estimaciones, pero a la vez, se han identificado impedimentos sustanciales a ello, como por ejemplo:

- ✓ Falta de consideración de la variabilidad e incertidumbre meteorológica por elevada sobre-simplificación de los modelos
- ✓ Resistencia a nuevos métodos y nuevas evaluaciones de riesgos
- ✓ Incremento en los niveles de protección en algunos casos, por miedo a la reacción pública y no surgidos de evaluaciones objetivas
- ✓ Falta de reconocimiento de la incertidumbre en la información científica

Las comunidades que han sufrido problemas son más conservadoras y han logrado altos niveles de protección, en tanto que otras que no lo han sufrido, tienden a pasar por alto o a desestimar el riesgo de inundación frente a otras demandas más urgentes.

7. Necesidades de líneas de investigación futuras

Se pretende investigar si la estimación de las variables del riesgo de inundación puede mejorarse a través de un mejor entendimiento de las relaciones entre los regímenes climáticos y de lluvias en verano, sobre una variedad de escalas espaciales y temporales, y si los pronósticos de lluvias en verano pueden ser útiles para la planificación.
Es un buen momento para proveer de mejores análisis meteorológicos para reducir la incertidumbre en las estimaciones de caudal.